

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Energiatekniikka

Teemu Teitto

LASERKEILAUSSUUNNITTELUN APUVÄLINEENÄ

Opinnäytetyö 2012

TIIVISTELMÄ

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Energiatekniikka

TEITTO, TEEMU

Laserkeilaus suunnittelun apuvälineenä

Opinnäytetyö

30 sivua

Työn ohjaaja

TkL Markku Huhtinen

Toimeksiantaja

Neste Jacobs

Toukokuu 2012

Avainsanat

laserkeilaus, 3D, mallintaminen, suunnittelu

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää laserkeilauksen hyödyt ja sopivuus Neste Jacobsin suunnittelumenetelmiin sekä suunnitteluympäristöön. Tarkoituksena oli tehtyjen projektien tiedoilla tuoda esille laserkeilauksen investointikustannukset sekä hyödyt. Laserkeilaus on todettu palveluntarjoajien puolesta hyväksi, nopeaksi ja kannattavaksi tavaksi toteuttaa tarkka 3D-ympäristö halutusta kohteesta asiakkaan omaan tietokantaan. Luotettavan datan perusteella päästään erittäin tarkkoihin mittaustuloksiin, jolloin mahdollistetaan 3D-mallinnus pistepilviä apuna käyttäen.

Laitossuunnittelun ja mallintamisen nopeuttamiseen sekä tuloksien arviointiin halutaan kiinnittää tulevaisuudessa entistä enemmän huomiota ja tarkkuutta jatkuvasti kasvavien investointikustannuksien vuoksi. 3D-mallista saatavilla paikkaansapitävillä suunnittelutuloksilla päästään laadullisesti, ajallisesti ja teknisesti parempiin tuloksiin erityisesti vanhaan olemassa olevaan sekä monesti puutteellisesti dokumentoituun teollisuuslaitokseen investoitaessa.

ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Energy Technology

TEITTO, TEEMU

Bachelor's Thesis

Supervisor

Commissioned by

May 2012

Keywords

Laser Scanning as a Design Tool

30 pages

Markku Huhtinen, Manager of Departments

Hannes Sipiläinen, Neste Jacobs Oy

laser scanning, 3D, modeling, design

The aim of this study was to examine the benefits of laser scanning and the suitability of Neste Jacobs' design methodology and design environment. The purpose of this study was to highlight the information on the investment costs and the benefits of laser scanning based on the data from finished projects. Laser scanning has been found to be a quick and profitable way to create an accurate 3D environment desired in the customer's database. Based on the reliable data, the customer can get very accurate measurements which enable 3D modeling when using point clouds.

To accelerate plant design and modeling, as well as the results of the evaluation, there must be paid more attention and accuracy to them in the future due to the continuously increasing investment costs. A 3D model offers the right design results in terms of quality, time and technically better results when investing in an existing old and often poorly-documented industrial plant.

SISÄLLYS	
TIIVISTELMÄ	
ABSTRACT	
SANASTO	5
1 JOHDANTO	7
1.1 Taustaa	7
1.2 Työn tarkoitus ja tavoitteet	7
2 NESTE JACOBS	7
3 LAYOUT- JA PUTKISTOSUUNNITTELU	8
3.1 Neste Jacobsin layout- ja putkistosuunnittelu	8
3.2 Organisointi	8
3.3 Suunnittelu, mallintaminen ja dokumentointi	9
3.3.1.1 Yleiset suunnitteluperusteet	14
3.3.1.2 Putkistoon liittyviä määritelmiä	15
3.3.1.3 Kolmiulotteinen tietokantapohjainen laitossuunnittelu	16
3.3.2 Suunnitteludokumenttien tuottaminen	17
4 LASERKEILAUUS	17
4.1 Laserkeilain	17
4.2 Käyttökohteet	19
4.3 Mittaustulosten hyödyntäminen	20
4.4 Laserkeilaimen edut	21
4.5 Takymetrimittaus	22
5 NESTE JACOBSIN PROJEKTIT	22
5.1 PGBF - FCC-yksikön ylimenokanavan uusiminen	22
5.2 PH6035 - Polttokaasun pisaranerottimen FA-10909 uusinta	26
5.3 PHBZ - Uunin BA-10101 A/B -muutokset	27
6. PÄÄTELMÄT	29
LÄHTEET	30

SANASTO

TL = Tuotantolaitos

NJ= Neste Jacobs

PDS= Piping Design Shell

EHS = Enviromental Health and Safety

CAD = Computer-Aided Design

AS BUILT = As Built- projekti eli suunniteltun ympäristön mallintaminen

DN = Diametre nominel

CE = European Conformity

3D = Three Dimensional Surface

CEN = Comité Européen de Normalisation (European Committee of Standardisation)

ISO = International Standards Ogranization

IEC = International Engineering Contractors

SFS = Safety Standard

ASME = American Society Of Mechanical Engineers

API = An Application Programming Interface

BS = Bachelor Of Science

DIN = Deutsches Institut für Normung eV (German Institute for Standardization)

AFNOR = Association Francaise de Normalisation

MTO = Material Take Off

TAKYMETRI = Mittalaite (nopea mittaus)

SEISOKKI = Huoltopysäytys

1 JOHDANTO

1.1 Taustaa

Opinnäytetyön aihe on peräisin Neste Jacobs Oyj:n Chief Design Engineer Hannes Sipiläisen ideasta sekä halusta tuoda laserkeilauksen hyödyt ilmi jokapäiväisessä suunnittelutyökentelyssä mm. Neste Oil:n jalostamolla sijaitsevista kohteista ja projekteista. Laserkeilaus on tullut osaksi omaa suunnittelutyötäni erityisesti tarkkuutta vaativissa projekteissa, joissa on lähes välttämätöntä käyttää keilauksen antamia tarkkoja tuloksia ja ajallaan olevia mittaustietoja. Neste Jacobsilla kyseinen mittausmenetelmä on ollut käytössä noin 10 vuotta ja tulokset ovat erittäin positiivisia.

1.2 Työn tarkoitus ja tavoitteet

Työn tarkoituksena oli kerätä tietoa Neste Jacobsin tehdyistä laserskannausprojekteista sekä tutkia skannauksen mittausmenetelmiä ja vaikutuksia suunnittelun lähtötietoina. Tästä työstä saadut tulokset ja johtopäätökset kertovat kyseisen mittausmenetelmän kannattavuudesta ja toimivuudesta erilaisissa Neste Jacobs Oyj:n suunnitteluprojekteissa. Tavoitteena oli saada saavutetut tulokset selkeästi esille jokaisen työn projektin osalta, jolloin mittausmenetelmän kannattavuus voitiin todistaa.

2 NESTE JACOBS

Neste Jacobs Oyj on tunnettu ja arvostettu kemianteollisuuden ja biotekniikan suunnittelupalveluiden toimittaja. Neste Jacobsin tarjontaan kuuluu useita suunnittelupalveluita erinäisille öljy-, kaasu- ja kemianteollisuuden yrityksille. Kokemus laitosten suunnittelusta ja investointihankkeiden toteutuksesta Euroopassa, Pohjois-Amerikassa ja Lähi-idässä kertovat kansainvälisestä osaamisesta vaativalla ja jatkuvasti kasvavalla sekä kehittyvällä petrokemianalalla. Neste Oil omistaa Neste Jacobsista 60 prosenttia ja Jacobs Engineering 40 prosenttia. Neste Jacobsin liikevaihto vuonna 2009 oli noin 100 miljoonaa euroa ja yritys työllistää noin 700 henkilöä. Neste Jacobsin asiakkaisiksi ja yhteistyökumppaneiksi kuuluvat mm. Neste Oil, Borealis, Gasum, Danisco, Fortum, Metso, Emerson sekä Siemens. [1.]

3 LAYOUT- JA PUTKISTOSUUNNITTELU

3.1 Neste Jacobsin layout- ja putkistosuunnittelu

Neste Jacobsilla on pitkät perinteet suunnitteluun ja putkistojen asennukseen liittyen. Neste Jacobs on ollut mukana Suomen kaasuputkijärjestelmien rakentamisessa jo 70-luvulta alkaen. Nykyinen systeemi, jonka Gasum omistaa ja operoi jo vuodesta 1994, sisältää noin 1000 kilometriä putkilinjaa. Neste Jacobs oli pääurakoitsijana putkiverkoston toteutuksessa vastuualueinaan mm. perussuunnittelu, projektien johtaminen, projektien hallinnointi, maankäyttö, reititys, mekaaninen suunnittelu, prosessisuunnittelu, instrumentointisuunnittelu ja työmaavalvonta. Layout- ja putkistosuunnittelu suorittaa layoutsuunnittelun ja putkistojen mitoituksen, rakennesuunnittelun ja hankintamäärittelyn sekä avustaa tarvittaessa teknisessä toimitusvalvonnassa, asennuksessa ja käyttöönötossa. [2.] Layout- ja putkistosuunnittelu pitää yllä seuraavia suunnittelija- ja asiantuntijaresursseja:

- ✓ Layout; öljy-, kaasu- ja kemian laitosten sijoitus- ja layoutsuunnittelu
- ✓ Logistiikka; kaasujen ja nesteiden varastointiin, lastaukseen ja siirtoon liittyvät terminaalit ja varastoalueet sekä niihin liittyvä tekniikka
- ✓ Putkistot; öljy-, kaasu- ja kemianlaitosten putket, venttiilit, komponentit, varolaitteet, eristykset, palosuojelu, esivalmistus, asennus ja niihin liittyvä tekniikka

3.2 Organisointi

Suunnittelutoiminnan organisoinnista vastaa linjaorganisaatio yhdessä projektijohdon kanssa seuraavasti:

- ✓ **Osastonjohtaja** (Vice President) osallistuu suurimpien projektien vastuuhenkilöiden nimeämiseen ja resursointiin sekä valvoo suunnittelun konsultti-resurssien käyttöä, kehitystä ja sopimuksia.
- ✓ **Jaospäällikkö** (Section Manager) nimeää vastuulliset vetäjät projekteittain yhdessä projektijohdon kanssa sekä osallistuu projektien suunnittelutarpeiden

ja metodien määrittelyyn tarvittaessa. Hän hankkii tarvittaessa projektille riittävästi suunnittelukonsultteja ja vastaa oman henkilöstön sekä suunnittelukonsulttien resurssien optimaalisesta käytöstä. Jaospäällikkö toimii myös suunnitteluvastaavana projekteissa.

- ✓ **Suunnitteluvastaava** (Lead Design Engineer) vastaa suunnitteluprosessien ohjauksesta ja läpivienneistä projektissa. Hän vastaa projektissa suunnittelutiedon hallinnasta yhdessä linjaorganisaation ja muiden työlajien kanssa. Suunnitteluvastaava vastaa myös projektispesifikaatiosta ja teknisistä ohjeista ja huomioi niissä asiakkaan tarpeet ja yleisen alan kehityksen. Raportointi suunnittelun eri vaiheista ja vastuu suunnittelun päättämisestä, päivityksestä ja tallentamisesta kuuluvat myös suunnitteluvastaavan tehtäviin.
- ✓ **Suunnittelija** (Design Engineer) vastaa suunnittelutehtävien hoitamisesta projektin tavoitteiden mukaisesti suunnitteluohjeita noudattaen. Hän vastaa oman työn laadusta ja ammattitaitonsa kehittämisestä. Raportointi sekä suunnitteluvastaavalle että toteutusvastuiselle on myös tärkeä osa suunnittelijan päivittäisiä tehtäviä.
- ✓ **Koko henkilöstö** (Mutual Agreement On The Task) vastaa omalta osaltaan tekemänsä työn laadusta.

3.3 Suunnittelu, mallintaminen ja dokumentointi

Suunnitteluprosesseissa tuotettu tieto on oltava yhtäpitävää ja yhteensopivaa NJ:n tietojärjestelmien kanssa ilman erilliskäännöksiä/-tallennuksia. Kaikissa merkittävissä toimeksiannoissa suunnittelu on tehtävä käyttäen NJ:n ohjeita ja käytäntöjä sekä vastaavia suunnittelun ohjelmistoja, ohjelmaversioita, tietokantoja ja tiedonhallintaa. Itse suunnittelua varten on laadittu NJ:n suunnittelualakohtaiset ohjeet, suunnitteluspesifikaatiot ja standardit. Suunnittelu-, valmistus-, tarkastus- ja asennusohjeet perustuvat viranomaisten vaatimuksiin, kansallisiin ja kansainvälisiin standardeihin ja suunnitteluohjeisiin sekä NJ:n tekniseen asiantuntemukseen. Jaospäällikkö ja suunnitteluvastaava valitsevat tehtäviin henkilöt, jotka koulutuksen ja kokemuksen pohjalta pystyvät selviytymään annetuista tehtävistä. Valintaperusteena voi olla henkilötuntemus, aikaisempi kokemus tai ansioluettelo.

Laitoksia ja prosessiyksiköitä suunniteltaessa voidaan erottaa kolme erillistä projektivaihetta, jotka ovat selvitys, perussuunnittelu ja toteutussuunnittelu.

Selvitys

Selvitys voi sisältää pelkästään teknisen osan, jolloin siihen kuuluu idean teknisen ratkaisujen suunnittelu, raaka-aine ja käyttöhyödykekulutusten määrittely, kustannusarvio ja ympäristö-, terveys- ja turvallisuusarviointi (EHS) tai lisäksi taloudellinen osa, jolloin edellä mainittujen asioiden lisäksi selvitetään idean kannattavuuteen vaikuttavia asioita, kuten tuotteen markkinat, kuljetukset ja raaka-aineiden hankinta. Layout-suunnittelu selvittää tilantarpeet, laatii laitesijoituspiirustuksen sekä määrittää tärkeimmät putkireitit sekä viemäri- ja palovesijärjestelmät. Selvityksen loppuvaiheessa tehdään kustannusarvio, jonka tarkkuus riippuu lähtötiedoista. Suunnittelun pohjalta laadittu kustannusarvio on suuruusluokka-arvio ja sen tarkkuus on $\pm 20 - \pm 40$ %.

Layout- ja putkistosuunnittelu selvittää tilantarpeet, laatii laitesijoituspiirustuksen sekä määrittää tärkeimmät putkireitit, viemäri- ja palovesijärjestelmät, tarkistaa paloveden riittävyyden sekä liittynät. Kustannusarviota varten tehdään tarvittavat materiaaalmäärälaskennat (MTO). Layout- ja putkistosuunnittelu määrittää raskaiden laitteiden ja rakenteiden teräsrakenteiden painot, laite- ja rakennussuunnittelun avustuksella. Vanhojen rakenteiden mahdolliset purkutarpeet selvitetään ja hinnoitellaan. Kenttätöiden osalta tulee tehdä alustava selvitys siitä, liittyykö purkutöihin mahdollisesti asbesti- tai lyijytöitä. Muut vaaralliset kemikaalit ja aineet on myös otettava huomioon. Toteutuksesta vastaavan vetämissä kommentointikokouksissa käydään läpi suunnitteluratkaisut, kuten layoutvaihtoehdot ja suunnittelun sekä kustannusarvion perusteet. Suunnittelun kokouksissa suunnitteluvastaava käy suunnitteluaineiston läpi yhdessä asiakkaan kanssa. Kustannusarvion kommentointikokouksessa suunnitteluvastaavahenkilö esittelee yhdessä kustannussuunnittelijan kanssa kustannusarvion perusteet.

Perussuunnittelu

Perussuunnittelun tavoitteena on tarkentaa toteutuspäätöstä varten mm. teknologian määrittely, teknologian valmiusasteet, tuoteominaisuudet, raaka-aineiden käytettävyys, turvallisuus- ja ympäristöriskit, investointikustannukset, käyttökustannukset ja pääaika-

 Perussuunnittelun lähtötietoina käytetään selvityksen yhteydessä tehtyä vaihtoehtoa, joka asiakkaan toimesta on valittu perussuunnittelun pohjaksi. Perus-

suunnittelun tuloksena on toteutusvaiheen alustava projektisuunnitelma. Prosessisuunnittelu tuottaa virtaus- ja PI-kaaviot sekä laitemäärittelyt, joiden pohjalta automaatio-, sähkö- ja laitossuunnittelu tekevät tarvittavat suunnitelmat ja määrittelyt sovitun kustannusarvion ja toteutussuunnitelman aikaansaamiseksi. Onnettomuus- ja ympäristöriskien kartoittamiseksi ja hallitsemiseksi tehdään asiakkaan kanssa sovitut turvallisuus- ja riskianalyysit.

Perussuunnittelun tulokset sijoitussuunnittelun kannalta vaikuttavat yleissijoitukseen, laitesijoitukseen, putkireitteihin, kulkuyhteyksiin (tiet, rautatiet, liikennejärjestelyt), työmaajärjestelyihin, viemäröinteihin ja purkutöihin. Suunnitteluryhmien lähtötietojen perusteella kustannuslaskenta laatii kustannusarvion, jonka tarkkuus on ± 15 %.

Perussuunnittelun alkaessa suunnitteluvastaava sopii mihin tarkkuuteen layout- ja putkistosuunnittelun dokumentit tehdään. Ellei toisin ole sovittu perussuunnitteluvaiheen määrääarvioiden tarkkuus tulee olla $+10 - +20$ %. Prosessisuunnittelu laatii virtaus- ja P&I-kaaviot ja putkiluettelot, joissa on ilmoitettu mm. putkilinjojen lukumäärät, koot, materiaalit ja ym. vastaavia tietoja. Suunnitteluvastaava tarkastaa tässä vaiheessa kaaviot ja luettelot ja hankkii tarvittavat lähtötiedot. Projektikohtaiset spesifikaatiot tarkastaa layout- ja putkistosuunnittelun jaospäällikkö ja putkiluokat materiaalitekniikan jaospäällikkö sekä hyväksyntä haetaan osastonjohtajalta. Perussuunnittelun aikana on hyvä selvittää mitä turvallisuus-, äänieristys- ja palosuojausratkaisuja, -laitteita tai -järjestelmiä laitos vaatii. Tarpeen vaatiessa on mahdollista järjestää Design Review-kokouksia, joihin pyydetään edustajat eri osapuolista, kuten tilaaja, toteutusvastuinen, prosessisuunnittelu, laitesuunnittelu ja prosessiautomaatio. Katselmuksessa kiinnitetään huomio kriittisiin tekijöihin ja huomioidaan kaikki tarvittavat rajapinnat. Kohteet harkitaan tapauskohtaisesti ottaen huomioon asiakkaan vaatimukset, maantieteelliset seikat, projektin koko ja prosessityyppi.

Putkisto- ja layoutsuunnittelussa tuotetaan seuraavat tiedot ja dokumentit:

- Sijoitussuunnittelu
 - Yleissijoitus

Yleissijoituspiirustus tehdään yleensä 1:500 mittakaavassa, jossa laitoksen vaatima tila on rajattu. Karttapohjan tulee olla niin laaja, että uuden laitok-

sen liittyminen vanhoihin laitoksiin ja rakenteisiin, sekä ympäristöönsä käy selkeästi selville. Asiakkaan kanssa on myös mahdollista sopia, että yleis-sijoituspiirustuksen korvaa 3D-malli.

- Laitesijoitus

Laitesijoituspiirustus tehdään yleensä mittakaavassa 1:250 tai 1:200, jossa esitetään laitoksen alueelle tulevien laitteiden keski- ja ääriviivat, putkisil-lat, rakennukset ja tärkeimmät kulkuyhteydet, sekä ympäröivät tiet. Laite-sijoituspiirustukseen mitoitetaan pilarilinjat, tärkeimpien laitteiden sijainnit numeroin ja laitenumeroihin laitoksen origosta.

- Putkireitit

Putkiluetteloista ja prosessikaavioista selvitetään mitä putkiyhteyksiä tarvi-taan ja mitä reittejä pitkin ne on edullista johtaa. Erikoisesti on huomioita-va mahdolliset laskua vaativat putket kuten soihtulinjat, vapaasti virtaavien lauhteiden putket, pumppujen imulinjat, viemärit jne. Kustannusarviota varten mitataan kartalta putkien pituudet. Piirustuksista ja paikan päältä tarkistetaan prosessien sopivuus olemassa oleviin putkistoihin, jolloin sel-viää mahdollisesti tarvittavien uusien kannattamien ja perustusten tarve. Lisäyksiä suunniteltaessa on aina hyvä huomioida myöhemmin tehtävien laajennusten mahdollisuus.

- Kulkuyhteydet, tiet, rautatiet, liikennejärjestelyt

Perussuunnittelun aikana selvitetään myös käyttö- ja huoltohenkilökunnan, sekä palokunnan liikennetarpeet ja mahdolliset raaka-aineiden ja tuotteiden vaatimat liikenneyhteydet asiakkaan kanssa. Kustannusarviota varten selvi-tetään tarvittavien uusien teiden ja työnaikaisten liikennejärjestelyjen vai-kutukset, kuten tarvittavat kulkuyhteydet, asennusaikaisten maansiirtojen ja raskaiden kuljetusten kannalta.

- Työmaajärjestelyt

Kustannusarviota varten arvioidaan toteutusvaiheessa tarvittavien erikoisjärjestelyjen kustannukset yhdessä rakennussuunnittelun kanssa, kuten:

- toimisto-, ruokala- ja sosiaalityilat
- varustelu- ja esivalmistuskentät
- työnaikaiset aitaukset ja suojaseinät
- työmaasähkö
- vesiliitännät ja viemäroinnit
- liikennejärjestelyt ja parkkipaikat
- maamassojen läjitys
- vartiointi

- Putkisto

Alustavan virtaus- ja P&I-kaavioiden sekä sijoitussuunnittelun perusteella lasketaan putkien pituudet eriteltynä putkikokojen ja materiaalien mukaisesti. Putkipituuksien mukaan lasketaan putkiston painot ja keskikoko. P&I-kaavioista lasketaan putkiosat, kuten venttiilit, laipat, T-haarat, instrumenttiliitännät, sekä arvioidaan mm. käyrät ja tyhjennykset. Putkistomateriaalit jaotellaan yleensä seuraaviin: hiiliteräs, seosteräs, haponkestävät ja ruostumattomat teräkset sekä erikoismateriaalit.

- Teräsrakenteet

Perussuunnittelussa määritetään myös yhdessä rakennussuunnittelun kanssa teräsrakenteiden paino raskaiden rakenteiden alustavien lujuuslaskelmien mukaan, käyttämällä aikaisemmin toteutettujen vastaavantyyppisten rakenteiden toteutuneita painotietoja ja huomioiden palosuojausvaatimukset.

- Eristykset

Laite-eristykset laatii laitesuunnittelu. Laitesuunnittelun kanssa määritellään laite-eristysten neliömäärät laiteluettelon ja laitteiden alustavien komitoitusten ja prosessisuunnittelun tietojen perusteella. Eristyspaksuus on tarpeellista huomioida vain, kun se poikkeaa huomattavasti normaalista. Riittävien lähtötietojen puuttuessa voidaan eristysmäärät arvioida aikaisemmin vastaavanlaisten toteutusprojektien mukaan. Putkistoeristysten määrät arvioidaan huomioiden laitoksen luonne ja vastaavanlaisten aikaisemmin toteutettujen laitosten eristysmäärät.

Toteutussuunnittelu

Toteutusvaiheessa layout- ja putkistosuunnittelu vastaa laitoksen rakentamiseen liittyvästä layoutsuunnittelusta projektisuunnitelmassa asetettujen tavoitteiden mukaisesti. Virtaus- ja PI-kaaviot, laite- ja putkiluettelot, sijoitussuunnitelmat laitesijoituspiirustuksineen, projektispesifikaatiot, massa- ja materiaaliarviot, sekä päärakenteiden rakennustapavalinnat toimivat lähtötietoina. Toteutussuunnitteluvaiheen dokumentit ja CAD-mallit laaditaan laadultaan ja sisällöltään sellaisiksi, että ne rakennusvaiheen lisäksi soveltuvat urakoitsijan sekä tilaajan käyttö- ja kunnossapidon käyttötarpeisiin. Perussuunnitteluvaiheen suunnitelmat ovat lähtötietoja toteutussuunnitteluun. Toteutussuunnittelua jatketaan perussuunnitteluvaiheessa syntyneiden dokumenttien pohjalta. Layout- ja putkistosuunnittelun käyttämistä lähtötiedoista vastaa lähtötiedot antanut suunnitteluala. Suunnitteluvastaavan tai suunnittelijan on tarkistettava perussuunnitteludokumenttien ja muiden saatujen lähtötietojen oikeellisuus, riittävyys ja ajantasaisuus. Suunnitteluvastaavan tulee raportoida poikkeamista tai puutteista suullisesti tai kirjallisesti lähtötiedot antaneille vastuuhenkilöille. Suunnitelmat katselmoidaan ennen niiden julkaisemista tarpeen mukaan. Toteutussuunnittelun lopputuloksen tulee noudattaa pääpiirteiltään perussuunnitteluvaiheessa tehtyjä ratkaisuja, jotka on dokumentoitu projektisuunnitelmaan.

3.3.1.1 Yleiset suunnitteluperusteet

Yleisvaatimus kaikelle toiminnalle on henkilö-, ympäristö- ja omaisuusvahinkojen välttäminen. Putkistot tulee suunnitella, mitoittaa, suojata ja rakentaa niin, että mahdollisia vaurioita ei tapahdu, vian, käyttöhäiriön tai toimintavirheen sattuessa. Mahdollisen ulos pääsevän kemikaalin määrä on jäätävä mahdollisimman pieneksi, kemi-

kaalien pääsy on estettävä vaaralliseen tai haitalliseen paikkaan lisäksi on huomioitava, että kemikaalit eivät pääse sekoittumaan keskenään.

Layout- ja putkistosuunnittelun käyttämistä lähtötiedoista vastaa lähtötiedot antanut suunnitteluala. Suunnitteluvastaavan tai suunnittelijan on tarkistettava perussuunnitteludokumenttien ja muiden saatujen lähtötietojen oikeellisuus, riittävyys ja ajantasaisuus. Suunnitteluvastaavan tulee raportoida poikkeamista tai puutteista suullisesti tai kirjallisesti lähtötiedot antaneille vastuuhenkilöille ja toteutuksesta vastaaville henkilöille.

Suunnittelussa noudatetaan kohdemaan lakia, asetuksia, viranomaisten ja tarkastuslaitosten ohjeita, sekä standardeja. Jos EN-normit puuttuvat, noudatetaan kansainvälisiä standardeja (CEN, ISO, IEC jne.) tai yleisesti käytettyjä kansallisia standardeja (SFS, ASME, API, BS, DIN, AFNOR jne.)

3.3.1.2 Putkistoon liittyviä määritelmiä

Putkistolla, eli painelaitteella, tarkoitetaan säiliöitä, putkistoja, varolaitteita ja paineenalaisia lisälaitteita. Painelaitteiden osiksi luetaan tarvittaessa myös paineenalaisiin osiin kiinnitetyt osat kuten laipat, yhteen, liittimet sekä nostokorvakkeet. Putkistolla tarkoitetaan sisällön siirtämiseen tarkoitettuja putkiston osia, jotka on liitetty toisiinsa paineelliseen järjestelmään yhdistämistä varten. Putkistoon kuuluu erityisesti putki, putkiverkko, putkijohto, putkiston lisäosat, tasaimet, letkut ja muut asiaankuuluvat paineenalaiset osat; ilman jäähdyttämiseen tai lämmittämiseen tarkoitettu putkista muodostuva lämmönvaihdin vastaa putkistoa.

Laitekokonaisuudella tarkoitetaan valmistajan yhtenäiseksi ja toiminnalliseksi kokonaisuudeksi kokoamia useita painelaitteita. Nimellissuuruudella (DN) tarkoitetaan putkistojärjestelmän kaikille osille yhteistä koon numeerista esitystapaa, lukuun ottamatta osia, joista annetaan ulkohalkaisija tai kierrekoko. Luku (mm) pyöristetään viitearvoksi, joka ei ole tiukasti sidoksissa valmistusmittoihin. Nimellissuuruus ilmoitetaan antamalla DN ja luku.

CE-merkinnällä tarkoitetaan merkintää, josta säädetään tiettyjen tuotteiden varustamisesta CE-merkinnällä annetussa laissa. CE-merkintä on kiinnitettävä kaikkiin tarkoitettuihin painelaitteisiin ja tarkoitettuihin laitekokonaisuuksiin siten, että merkinnät

ovat näkyviä, helppolukuisia ja kestäviä. Painelaitteiden ja laitekokonaisuuksien on lisäksi oltava täydellisiä tai sellaisessa kunnossa, että loppuarvio on mahdollista tehdä.

Hyvä konepajakäytäntö määritellään siten, että painelaitteet ja laitekokonaisuudet, joiden ominaisuudet ovat tarkoitettujen rajojen alapuolella tai yhtä suuria niiden kanssa, on suunniteltava ja valmistettava Euroopan talousalueeseen kuuluvassa valtiossa noudatettavan hyvän konepajakäytännön mukaisesti, jotta niiden turvallinen käyttö voidaan taata. [3.]

3.3.1.3 Kolmiulotteinen tietokantapohjainen laitossuunnittelu

Kolmiulotteinen mallintaminen laitossuunnittelun alueella alkoi Suomessa 1980-luvun alkupuolella. Ohjelmistot ja laitteet olivat tuolloin hyvin kalliita ja niitä kykenivät hankkimaan vain suuret teollisuusyritykset. Ohjelmistojen ylläpito, käyttöalakohtainen räätälöinti ja koulutus vaativat myös merkittävän työpanoksen. 3D-laitossuunnitteluohjelmistojen käyttäjien lukumäärän oletettiin kuitenkin kasvavan nopeasti ja mallinnuksen korvaavan perinteisen "lautasuunnittelun" eli käsin tehdyt dokumentit ja pienoismallit.

Kuitenkin vasta 90-luvulla 3D-laitossuunnittelu oli merkittävästi levinnyt ja korvannut 2D-CAD-suunnittelua. Tähän vaikuttavina tekijöinä ovat olleet ohjelmistojen suori-tuskyvyn paraneminen yhdessä työasemien tehon jatkuvaan kasvamisen kanssa. Myös siirtyminen UNIX-pohjaisista käyttöjärjestelmistä Windows NT-ympäristöön on edesauttanut ohjelmistojen käyttöönottoa.

On ilmeistä, että laitossuunnittelua tullaan tekemään yhä enemmän täysin 3D-ympäristössä. Rajoittavina tekijöinä ovat kuitenkin järjestelmien väliset tiedonsiirto-ongelmat sekä ohjelmistojen suuret investointikustannukset. Koko laitosprojektista voidaan tehdä virtuaalinen malli jota voidaan tarkastella ja analysoida yhdessä asiakkaan ja loppukäyttäjien kanssa ennen varsinaisen toteutuksen alkamista. 3D-katselumallia (mm. Smartplant Review) voidaan hyödyntää asennusvalvonnan työkaluna asennuspaikoilla mahdollistaen kuva-aineiston ja muun dokumentaation tuottamisen hyvin nopeasti asennuksen erityistarpeisiin. Laitosmalli voidaan myös päivittää asennuspaikalla vastaamaan välittömästi as-built -tilannetta ja näin projektin loppudokumentaation luovutus on nopeata ja mahdollisimman vaivatonta.

NJ:llä suunnittelun käyttöön on hankittu kaupallisia ohjelmistoja ja tietokantoja, joista esimerkiksi 3D-mallinnuksessa käytetään pääasiassa Intergraph PDS suunnittelujärjestelmää. Piirto-sovelluksissa ja 2D-mallinnuksessa käytetään pääasiassa Bentley'n Microstation-suunnittelujärjestelmään ja muita yhteensopivia ohjelmistoja. Lisäksi on käytössä valikoituja teknisten laskennan ohjelmistoja. Ohjelmistoja käytetään pääasiassa verkko-ympäristössä PC-työasemilta.

Jaospäälliköt vastaavat suunnittelun käyttämien ohjelmistojen testauksesta, dokumentoinnista ja toimivuudesta, sekä yhteensopivuudesta NJ:n tietojärjestelmään. Käyttöön otettavalle ohjelmalle jaospäälliköt nimeää pääkäyttäjän, joka toimittaa tiedot ohjelmasta suullisesti tai vaadittaessa kirjallisesti NJ:n tietojärjestelmäjookseen. [3.]

3.3.2 Suunnitteludokumenttien tuottaminen

Laitossuunnittelujärjestelmien pääperiaate piirustus- ja dokumenttituotannossa on automaattisuus. Dokumenttien tekninen laatu on nykyään varsin hyvä. Tuotettuja piirustuksia ei saa täydentää tai muuttaa interaktiivisesti. Tämä koskee lähinnä sitä grafiikan osaa, joka muodostetaan mallin tietokannasta. Järjestelmän yksi tärkeimmistä tehokkuustekijöistä on automaattinen piirustus- ja dokumenttituotanto. Automaattisen piirustus- ja dokumentointituotannon avulla tuotetaan pääsääntöisesti seuraavia dokumentaatiotyyppisiä: laitesijoituspiirustukset, erilaiset layoutpiirustukset ja dokumentit, instrumentoinnin sijoituspiirustukset, kaapelihyllyjen sijoituspiirustukset, putkistojen taso- ja leikkauspiirustukset, putkistoisometrit, sekä erilaiset materiaaliraportit. [3.]

4 LASERKEILAUUS

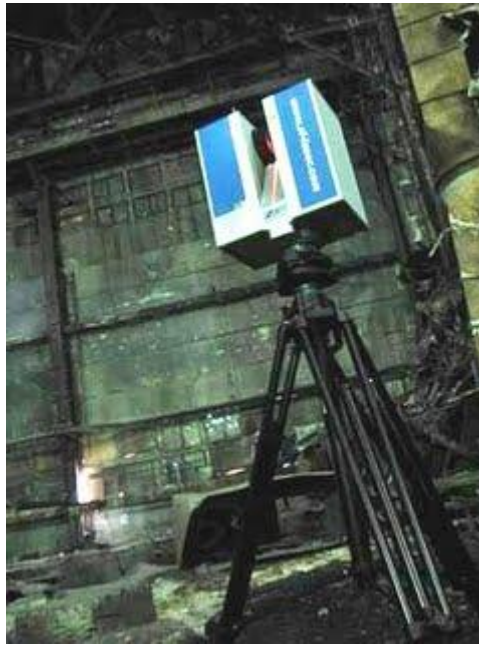
4.1 Laserkeilain

Laserkeilain on mittalaite, joka analysoi kohdetta tai ympäristöä kerätäkseen dataa kohteen ympäristön muodosta ja mahdollisesti myös tarkemmista yksityiskohdista, kuten väristä. On olemassa monia tapoja rakentaa 3D-skannauslaitteita, mutta jokaisella tekniikalla on omat rajansa, hyötynsä ja hintansa. Nykyisin suurimpia ongelmia tuottavat heijastavat tai kiiltävät pinnat. Kerättyä 3D-dataa käytetään maailmanlaajuisesti monissa sovelluksissa. Esimerkiksi viihdeteollisuus kerää laajasti dataa tuottaakseen elokuvia ja pelejä. Muihin käyttökohteisiin kuuluu myös teollinen suunnittelu, ortoosien tekemisessä, proteesien suunnittelussa, takaisin mallinnuksessa, prototyyp-

pien laatimisessa, laadun tarkkailussa ja kulttuurille tärkeiden kappaleiden dokumentoinnissa. Nykypäivänä haluttua kohdetta voidaan mitata ilman itse kohteeseen koskematta.

Laserkeilaimen tai 3D-skannerin tarkoituksena on yleensä luoda pistepilvimalli kohteen pinnan geometrisiä sijainteja hyväksikäyttäen. 3D-skannerit ovat hyvin samankaltaisia kameroiden kanssa. Kuten kameroilla, niin laserskannereilla on kartiomainen näkökenttä ja kuten kameroilla, laserskannerit voivat kerätä vain tietoa pinnoilta, jotka ovat selkeitä kohteita. Kameran kerätessä väritietoa pinnoista näkökenttensä alueelta laserskanneri kerää tietoa kohteen etäisyydestä. Kuva, jonka laserskanneri luo, kertoo etäisyyden kohteesta jokaiselta pinnalta säädetyn rasteritiheyden puitteissa. Laserskannerin mittaustapa mahdollistaa pisteiden sijoittamisen kolmiulotteisen malliin, josta kohde on helposti havainnollistettavissa. Useimmiten kuitenkin yhdellä skannaussella ei saada täydellistä mallia itse kohteesta, johtuen kameran sijoituksesta ja täten syntyvistä katvekulmista. Useat skannaukset, jopa sadat, kohteen eri kulmista ovat välttämättömiä, kun halutaan kerätä kattava määrä dataa ja täydellinen lopputulos. Useiden skannausten tulokset on tuotava samaan yleiseen referenssijärjestelmään eli prosessiin, jota usein kutsutaan rekisteröidyksi järjestelmäksi, jolloin mittaustulokset täydentävät kohteen ulkomuotoa.

Laserkeilaimen mittaustarkkuus riippuu enemmän itse laitteiston ominaisuuksista, kuin mittaajan toiminnasta. Mittausmenetelmä on näin käyttäjän kannalta tärkein tekijä, jotta aineistosta luotu malli on halutun kaltainen. Yksityiskohtien havainnollistamiseen ei vaikuta pistetarkkuus, vaan pistetiheys, joka taas riippuu laitteen omasta spesifikaatiosta. Ympäröivän maailman tallentaminen ja todentaminen 3D-ympäristöön tapahtuu laserkeilaimella erittäin monipuolisesti ja nopeasti. Kolmiulotteinen pistepilvi saadaan tuloksena mitattavasta kohteesta ja kohdetta ympäröivästä alueesta. Mittalaitteessa on piste, josta lähtee liikkeelle lasersäde, jonka avulla mitataan kohteen etäisyys itse mittalaitteesta. Valosignaaliin perustuvissa laitteissa voidaan mitata kohteen etäisyys aikana, jona valosignaali kulkee keilaimesta kohteeseen ja takaisin. Asettamalla keilain kohteen lähetyville, voidaan helposti havaita signaalin lähtökulma ja matka, jolloin jokaiselle signaalin pisteelle on mahdollista luoda koordinaatit. Säteiden tiheys on säädettävissä, jolloin päästään alle 10mm:n mittatarkkuuksiin. [4.]

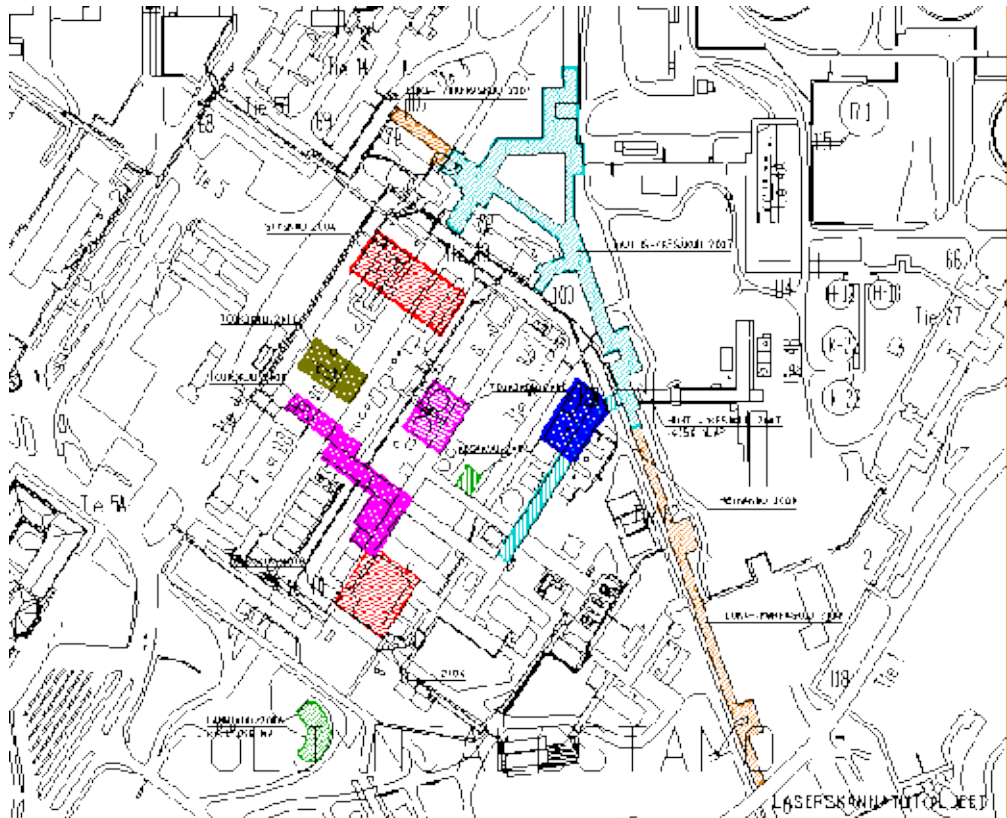


Kuva 3 Laserkeilain (Neopointin kotisivuilta 2011)

4.2 Käyttökohteet

Laserkeilainten käyttö on yleistynyt räjähdysmäisesti teollisuus- ja laitemallinnuksessa laserkeilaimien ominaisuuksien parantuessa sekä kustannuksien (laserkeilain, tunti-veloitus) laskiessa. Laserkeilainta voidaan käyttää teollisuuslaitoksissa as built-projekteissa, muutos- ja korjaustöissä, korkeuskartoituksessa ja rakennusmittauksissa. Pääasialliset syyt keilausmenetelmän tarpeeseen voivat olla mm. mitattavan kohteen piirustuksien puuttuminen (esimerkiksi vanhat kirkot), mitattavasta kohteesta tarvitaan kolmiulotteista tietoa, kohde on vaarallinen (esimerkiksi sähkölaitos), kohteesta tarvitaan yksityiskohtaista tietoa tai halutaan mahdollistaa erittäin tarkka laadunvalvonta. [5.]

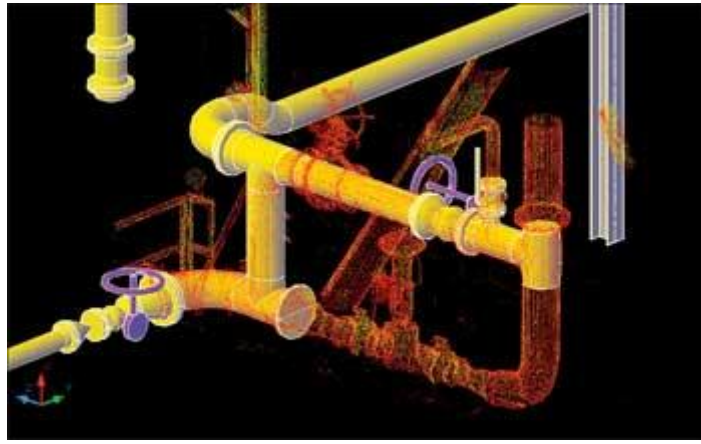
Neste Jacobsilla laserkeilaimen ominaisuuksia hyödynnetään joka vuosi yhä enemmän, sillä keilaimen käytön edut ovat kiistattomat nopeuteen ja kustannuksiin liittyen.



Kuva 4 Porvoon tuotantolinja 3:n laserskannatut alueet (Kuva Neste Jacobsin arkistoista 2011)

4.3 Mittaustulosten hyödyntäminen

Itse kohde keilataan useasta suunnasta, jotta katvealueita ei synny ja keilaustulokset voidaan yhdistää yhdeksi isoksi pistepilvitiedostoksi. Tästä tiedostosta saadaan ulos pistepilvimalli eli kolmiulotteinen tietokonemalli, johon on sijoitettu piste jokaiseen säteen kimmoamispisteeseen. Kolmiulotteinen pinta voidaan hahmottaa pistepilveen syntyneistä miljoonista tai jopa miljardeista pisteistä. Pistepilveä voidaan täten käyttää 3D-mallintamisen apuna erittäin tarkoin tuloksin, jolloin säästetään aikaa ja rahaa suunnittelijan työhön liittyen. [7]



Kuva 5 Putkiston mallintaminen pistepilveä hyväksikäyttäen (Neste Jacobsin arkistoista 2011)

Tarkin pistemallien yhdistämistapa on tähyksien hyödyntäminen, jotta vältetään mahdollisilta katvealueilta. Jokaisesta pistepilvestä pitää löytyä ainakin kolme yhteistä tähyistä, joka näin mahdollistaa pistepilvien yhdistämisen koordinaatistoon. Tähykset mitataan niiden keskipisteestä ja tähykset ovat yleensä tasaisia tai pallomaisia. Tällä apuvälineellä päästään 1-3mm:n tarkkuuteen pistepilvimallien yhdistämisen suhteen. [5.]

4.4 Laserkeilaimen edut

Laserkeilaimen tärkeimmät edut ovat tarkkuus, nopeus ja turvallisuus. Keilain mittaa vain ja ainoastaan sen mitä näkyy. Itse kohteen muoto ja sijainti eivät vaikuta mittaus tuloksiin. Nopea mittaaminen mahdollistaa ajalliset, sekä taloudelliset säästöt mitattavasta kohteesta riippumatta. Mittausmenetelmä on lisäksi erittäin turvallinen, koska laserkeilaimella voidaan mitata kohteita, jotka sijaitsevat joko vaarallisissa tai vaikeasti tavoitettavissa kohteissa. Mittaus voidaan toteuttaa, sekä päivänvalossa, että yön pimeydessä. Mahdotonta mittaamisesta kuitenkin tekevät huonot olosuhteet, kuten lumi- ja vesisade tai erittäin pölyiset kohteet. Edellä mainitut olosuhteet heijastavat laserin säteen takaisin ennenaikaisesti aiheuttaen virheellisiä ja epätosia mittaus tuloksia.

Neste Jacobsin projektissa skannattiin soihdun, jonka korkeus on noin 100 metriä. Kohteen skannaus suoritettiin maasta käsin vain muutamaa mittauspistettä hyväksikäyttäen, mutta loistavin tuloksin. Näin vaikeissa mittauskohteissa ja ympäristöissä laserkeilauksella saavutetut edut näkyvät välittömästi. [4.]

Kaikissa mittausjärjestelmissä pyritään kestävään kehitykseen, joten nopeasti kehittyvässä menetelmässä on tulevaisuudessa odotettavissa mm. langattomia laserkeilaimia, mittauksia liikkuvalla alustalla, mittausnopeuden nopeutuminen entisestään ja ohjelmistojen kehittyminen nopeamman sekä kevyemmän pistepilvimallin aikaansaamiseksi. [4.]

4.5 Takymetrimittaus

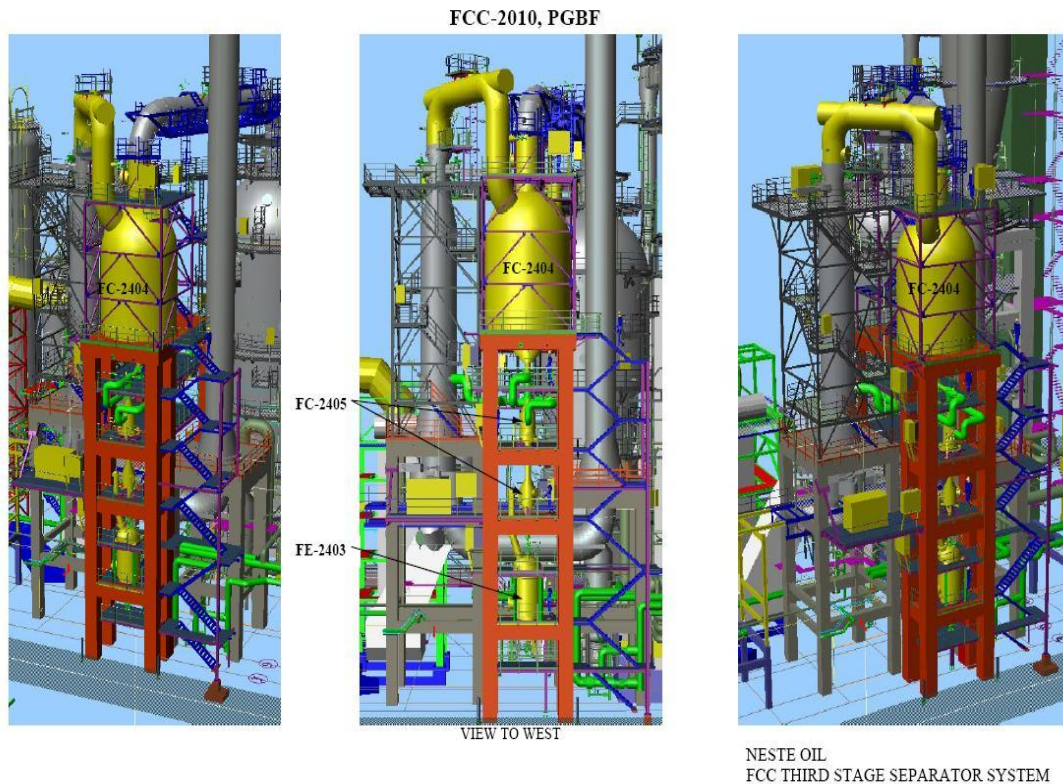
Takymetri on mittalaite, jota käytetään muun muassa maanmittauksen yhteydessä. Mittaustuloksiksi muodostuvat halutut pisteet lähiympäristöstä eli polaaristen pisteiden sijainnit itse kojeeseen nähden. Takymetrillä mitataan pisteelle vinoetäisyys, sekä vaaka- ja pystykulmat itse laitteeseen nähden. Takymetreissa on elektroninen muisti, johon mitatut tiedot myös tallentuvat. Tietona käytetään liitospisteiden koordinaatteja, joita tarvitaan laitteen oman polaarisen koordinaatiston liittämisenä ympäristöön. Kun elektroniseen muistiin lisätään mitatut pisteet, niin pisteiden sijaintitietoja voidaan käyttää esimerkiksi karttojen valmistukseen tai esineiden sijaintiin liittyen.

Kuten laserkeilaimia, myös takymetrejä luokitellaan toimintansa ja rakenteensa perusteella muun muassa puolielektroniseksi-, täyselektroniseksi-, moduulirakenteiseksi tai kompaktirakenteiseksi takymetriksi. [8]

5 NESTE JACOBSIN PROJEKTIT

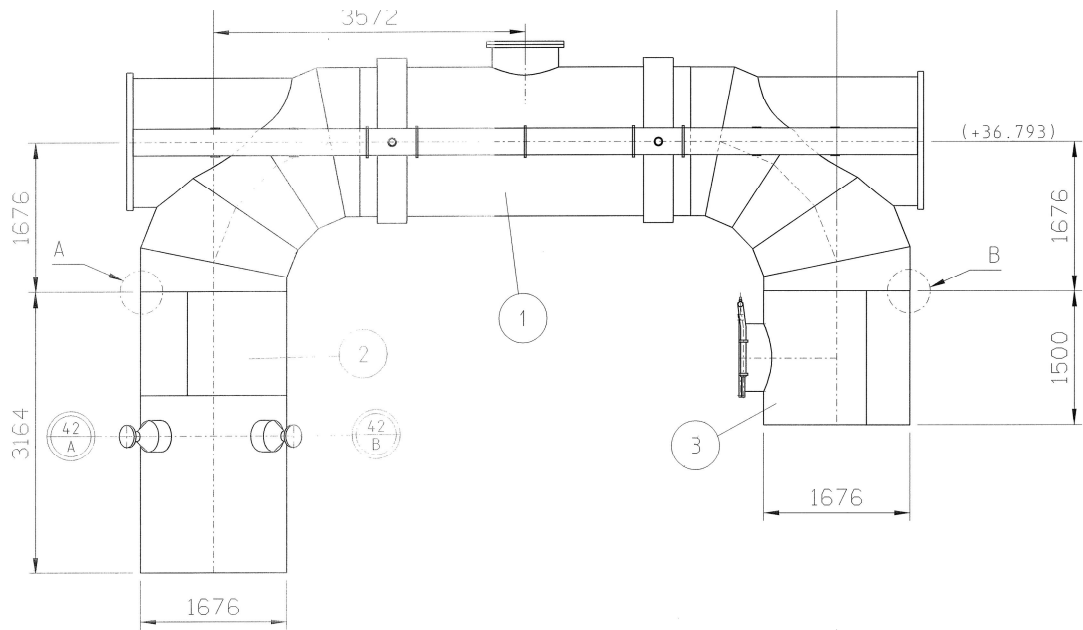
5.1 PGBF - FCC-yksikön ylimenokanavan uusiminen

Kyseinen FCC-yksikkö sijaitsee tuotantolinja 2:lla Neste Oilin jalostamolla Porvoossa. Työ sisälsi putkiston esivalmistuksen ja asennuksen.



Kuva 6 FCC-yksikkö (Neste Jacobsin arkistosta)

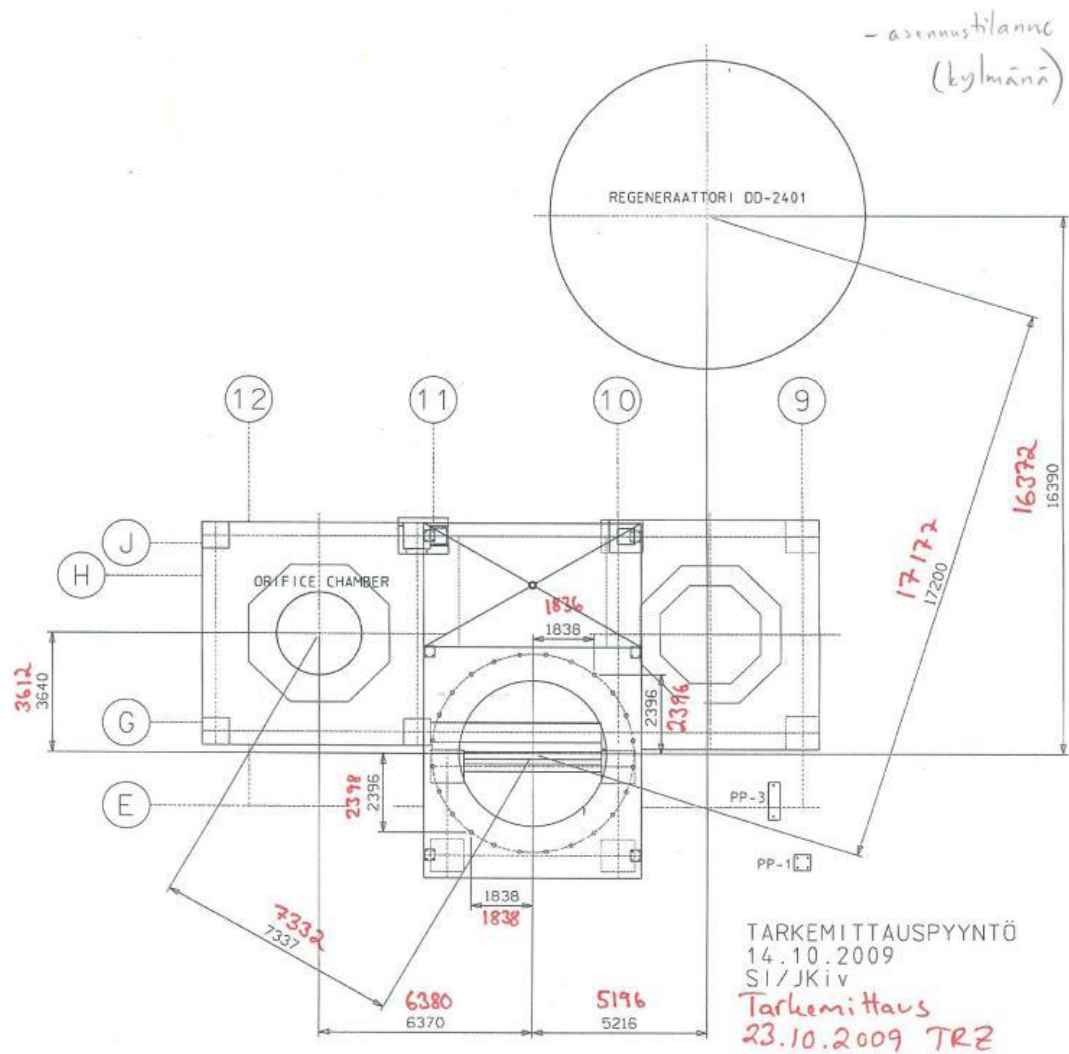
Projekti aikataulutettiin vuoden 2010 seisokkiin. Vanha ylimenevä linja purettiin, modifioitiin ja asennettiin uudelleen olemassa olevien laitteiden välille. Kohde oli niin korkealla, että putkea ei ollut turvallista mitata ylhäältä käsin. Kappaleen muodot vaikeuttivat myös tässä tapauksessa keskilinjaa löytämistä, jota tarvitaan mittauksessa. Kiireisin työvaihe ennen prosessin alas saattamista oli ylivoimaisesti edellä mainitut putkistomuutokset. Asiakkaan vastuulla tässä projektissa oli kaikki putkimateriaalit ja erikseen ostetut materiaalit, keramiikat, eristykset ja pultit, sekä muut uudelleen asentamiseen liittyvät pultit. Urakoitsija oli pääosin vastuussa putkikannakkeista, luisteista, ohjaimista, kiinnikkeistä, tiivisteistä, umpilaipoista ja materiaaleista väliaikaiseen kannakointiin liittyen. [9.]



Kuva 7 Laitteiden ylimenolinja (Neste Jacobsin arkistosta)

Koko putkisto täytyi asentaa niin, että jännityksiä laitteiden yhteisiin ei syntyisi. Ylimenolinja asennettiin luisteille ja luistit asennettiin pääsääntöisesti lisättyjen klipsien päälle. Toleransseissa noudatettiin Neste Jacobs Oy:n spesifikaatioita. Urakoitsijan piti olla tarkkana putkistoa käsitellessään, jotta maalipintaan ei tulisi vahinkoja. Myös esivalmistetut putket täytyi tarkoin suojata ja tulpata. [9]

Generaattorin ylimenolinja oli nostettava nosturia käyttäen ja varusteltava asiakkaan puolelta. Laitteasennuksien raskaat nostot oli tehtävä ennen Neste Oilin seisokkia ja laitteiden asennukset tehtävä uudelle asennustasolle eli osa sementille ja osa teräsrakenteille. FC-2403 siirrettiin uudelle paikalleen. Nostovaiheessa laite varmistettiin väliaikaisella pultauksella. FC-2405 laskettiin ylemmän tason aukon läpi alemmalle tasolle. FC-2404 nostettiin viimeisenä laitteena. Ylimenolinjan uudelleen asentamiseen käytettiin nosturia, koska ylimenolinjan paino oli 55tonnia.. Laitteiden FC-2404 ja FC-2405 välinen linja asennettiin kuvan 8 mukaisesti. [9.]



Kuva 8 Tarkemittaustulokset (Neste Jacobsin arkistosta)

Kustannusten puolelta on huomattava, että ilman laserkeilausta kyseisen projektin kustannukset olisivat nousseet suuriksi mahdollisten väärin suunnittelutietojen myötä eli putki olisi ollut liian lyhyt tai liian pitkä. Pahimmassa tapauksessa putken molemmat saumat olisi jouduttu tekemään uudestaan. Tällöin työ sisältää kaksi lisäliitosta ja kustannukset olisivat nousseet n.30 000 e. Koko työ eli ylimenoputken uudelleen asentaminen (re-installation of the overhead line to the generator) olisi pitänyt sisältää mekaanisentyön eli mm. asennustyöt, hitsaukset, tarkastukset, vuoro- ja ylityökustannukset, työntekijät, ylimääräisen ajan ja nosturit. Projekti hoidettiin seisokkityönä eli projekti piti aikatauluttaa tietyllä ajanjaksolla. Valmisteleviin töihin kuuluisi asemointi, tarkemittaus, mittamies (10 h, 55 e/h) mekaaniset putkisto- ja laiteasennukset (telinetyöt 15 h, 35 e/h). Korjattava kappale on nostettava alas ja siirrettävä korjauspaikalle, sekä tähän liittyen on myös tehtävä tarvittavat aputyöt. Seuraavaksi jouduttaisiin piikkaamaan (50 h, 40 e/h), koska kyseinen putki on massattu sisäpuolelta. Täs-

sä vaiheessa uusittava putki on vasta saatu alas. Alhaalla ollessaan putki kuljetetaan korjauspaikalle lavetilla (3h, 100e/h), jossa putki katkaistaan, pidennetään, hitsataan (48h, 55e/h) ja tähän tarvitaan jälleen nosturia. Korjauksien jälkeen tulee korjauskunnontarkastukset (NDT), jonka kustannus on 2000e/sauma. Putken uudelleenmassaus kustantaa materiaaleineen 4800e. Tarkastuksien jälkeen putki voidaan kuljettaa lavetilla paikalleen. On myös hyvä huomioida, että aikataulultaan n. 3vuorokautta kestävä projekti vaatii myös erillisiä valvontakustannuksia n.40h eli 75e/h ja 3 vuorokautta on iso osa kokonaisuudesta seisokkiin liittyen, sillä seisokki kestää yhteensä 25 työpäivää. Tämän takia laserkeilaus on tärkeää ja vartenotettava vaihtoehto projektissa, jossa virheisiin ei ole varaa. Yhteensä liian lyhyt putki tulisi maksamaan n.46000e. [9]

5.2 PH6035 - Polttokaasun pisaranerotin FA-10909 uusinta

Työkohte sijaitsee Neste Oil Oy:n Porvoon tuotantolaitoksella tuotantolinja 3:lla. FA-10909 pisaranerotin oli vaihdettava tuotannon jatkon mahdollistamiseksi. DA-10301:n ylimenovaihdin EA-10304 oli tehoton ja uusi vaihdin oli jo tilattu. Toimitusajaksi ilmoitettiin n.1 vuosi. Vaihdin muuttuu U-tyyppiseksi ja sen halkaisija kasvaa. Vanhan halkaisija on 857 mm ja uuden 1168 mm. [9] Itse laserskannauksen osuudesta todettiin seuraavaa:

”Lähtökohtana oli se, että säiliö oli vanha ja huonossa kunnossa. Epäilystä heräsi, että säiliö mahdollisesti hajoaa ennen suurseisokkia 2010, jolloin se oli tarkoitus alun perin vaihtaa. Jos kyseinen pisaranerotin olisi hajonnut, niin koko tuotantolinja 3 olisi seisahdanut. Tähän liittyen otimme laserskannauksen käyttöön, jotta saimme tarkat putkistopaikat tietoon. Paikalle tuotiin kontti, jossa oli esivalmistelut valmiina pisaranerotin hajoamisen varalle. Kontin ja vanhan pisaranerotin välille tehtiin putkistosuunnitelma, jolloin pisaranerotin mahdollinen hajoaminen aiheuttaisi vain viikon muutostyöt putkiston osalta ja samalla välttyttäisiin suuremmilta tuotantotappioilta.” [11]

Kyseinen säiliö kuitenkin kesti suurseisokkiin asti, jolloin suunnitelmille ei ollut tarvetta, mutta laserkeilaus oli hyvin tärkeässä roolissa nopeiden sekä luotettavien mittaustuloksien tuottamiseksi ja tällöin myös säilyttiin mahdollisilta tuotantotappioilta häiriötilanteessa.

5.3 PHBZ - Uunin BA-10101 A/B -muutokset

Työkohte sijaitsee Neste Oil Oyj:n Porvoon tuotantolaitoksilla tuotantolinja 3:lla RT3-yksikössä, ISBL. Uunien uusille polttimille menevät FG-linjat uusittiin XCV-venttiileistä lähtien. Putkisillan alapuolella tehdään muutoksia ja lisäyksiä putkistoon mm. uusia XCV-venttiilejä, uudet massavirtausmittaukset, uudet polttokaasusuotimet sekä öljyputkien PI-mittaukset. Lisäksi uunien rengaslinjoista luodaan yhteys WF-runkolinjaan. [12]



Kuva 9 Uunin BA-10101 A/B muutokset (Neste Jacobs arkistosta)

Laserskannauksesta todettiin seuraavaa:

”Tässä projektissa haluttiin saattaa vanhat uunit BA-10101A/B automatiikaltaan vastaamaan nykyisiä vaatimuksia. Kohteessa skannattiin vain uunin alaosat, koska polttimet sijaitsevat uunin alaosassa. Uunin teräsrakenteet tulivat skannaukseen mukaan ja näin saatiin uudet polttoilmakanavistot sovitettua paikoilleen ilman lisäkustannuksia sekä pohjien muutostyöt sujuivat myös hyvin.” [13]

Laserskannauksen valintaan päädyttiin kohteen selkeän mittausalueen myötä ja muodostunutta pistepilvimallia voidaan jatkossakin käyttää kyseiseltä mittausalalta. Uunit ovat lähes poikkeuksetta haastavia kohteita putkittaa, koska lämpölaajeneminen on otettava laajasti huomioon. Suunnitelmat saatiin toteutettua laadukkaasti aikataulussa laserkeilauksen ansiosta.



Kuva 10 Uunin BA-10101 A/B uusitut linjat (Neste Jacobs arkistosta)

6. PÄÄTELMÄT

Tehtyjen tutkimusten, selvitysten ja haastatteluiden perusteella voidaan todeta, että laserskannauksen tarjoamilla palveluilla on suuri merkitys Neste Jacobsin putkistosuunnittelun projekteissa. Lähtötietojen saatavuus korostuu merkittävästi päivittäisessä suunnittelutyöskentelyssä.

Ideaalitilanne olisi se, että laserskannausta käytettäisiin päivittäin pienemmissäkin projekteissa, jolloin välttyttäisiin mittausvirheiltä ja saataisiin välittömästi dataaltaan erinomainen lopputulos. Laserkeilauksen kustannuksien vuoksi tämä ideaalitilanne jää kuitenkin todennäköisesti saavuttamatta.

Dokumentaation merkitystä ei voida vähätellä vaativilla suunnittelunaloilla, johon Neste Jacobs myös kuuluu. Erityisesti vanhojen laitosten muutostöiden ongelmat ratkeavat laserskeilauspalveluja hyväksikäyttämällä, koska vanhojen laitosten dokumentaatiotaso ei saavuta nykypäivän suunnittelun lähtötietostandardeja. Menetelmä on täysin kilpailukykyinen suunnittelijan mittaamalla tuotettuun dokumentaatioon vertaamalla.

Ongelmaksi muodostuvat kertakäyttöiset pistepilvimallit ja tämä tarkoittaa sitä, että pistepilvimallien päivitys ei käytännössä ole mahdollista, vaan kohteesta on otettava uudelleen mitat laserkeilaimella. Myös ohjelmiston käyttö ja päivittäminen aiheuttavat lisäkustannuksia. Suunnittelun tehokkuus riippuu pitkälti saatavilla olevista lähtötiedoista ja näin yhteistyötä mittauspalvelujen tarjoajan kanssa on parannettava opastamalla, dokumentaatiolla ja selkeämmällä mittaustilauksen hankintamäärittelyllä.

Isoissa projekteissa saavutetut säästöt kasvavat laserkeilaukseen luotettaessa, koska tällöin käsitellään laajempia kokonaisuuksia ja satunnaisvaihtelusta johtuva epävarmuustekijä kasvaa merkittävästi. Mielestäni Neste Jacobsin kannattaa miettiä omaan laserkeilaimeen investointia, jolloin keilain olisi nopeammin hyödynnettävissä tulevaisuudessa, niin isoissa kuin pienissä projekteissa. Tämä investointi vähentäisi merkittävästi mahdollisista suunnittelijan mittausvirheistä johtuneita epäluotettavia lopputuloksia.

LÄHTEET

1. Neste Jacobs Oy 2011. About Us. Saatavissa: <http://www.nestejacobs.com/default.asp?path=111,360,13761> [viitattu 30.5.2011]
2. Neste Jacobs Oy 2011. Industries And Utilities. Saatavissa: <http://www.nestejacobs.com/default.asp?path=111,360,13764> [viitattu 30.5.2011]
3. Neste Jacobs Oy, 2011. QC-Ohjeet. Arkistoitu salaiseksi.
4. Leica Systems, 2011. Koulutusmateriaalit. Arkistoitu salaiseksi
5. Neopoint Oy, 2011. Laserskannaus. Koulutusmateriaalit.
6. Neste Jacobs, 2011. Sisäiset ohjeet. Arkistoitu salaiseksi
7. Wikipedia, 2011. Laserkeilaus. Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org/wiki/Laserkeilaus>
8. Wikipedia, 2011. Takymetri. Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org/wiki/Takymetri>
9. Neste Jacobs Oy, 2011. Projektikansiot. Arkistoitu salaiseksi.
10. Neste Jacobs Oy, 2011. PH6035-projektin kansio arkistoitu salaiseksi.
11. Knuuti, Tapio. Haastattelu 29.10.2010. Porvoo: Neste Jacobs Oy.
12. Neste Jacobs Oy, 2011, BHBZ-projektin kansio. Arkistoitu salaiseksi
13. Lauri-Salminen, Pirkko. Haastattelu 29.10.2010. Porvoo: Neste Jacobs Oy.